

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



RECEIVED

FEB 18 2004

Technology Center 2100

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 100 43 254.9

Anmeldetag: 2. September 2000

Anmelder/Inhaber: Robert Bosch GmbH, Stuttgart/DE

Bezeichnung: Verfahren und Vorrichtung zur Ansteuerung eines mit einer Hysterese behafteten Stellelements

IPC: G 05 B 13/02

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 18. Juni 2001
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Faust".

Faust

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

RECEIVED

FEB 18 2004

11.08.00 Bee/Pv/DÖ

Technology Center 2100

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10 Verfahren und Vorrichtung zur Ansteuerung eines mit einer Hysterese behafteten Stellelements

Stand der Technik

15 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Ansteuerung eines mit einer Hysterese behafteten Stellelements.

20 Hysteresebehaftete Stellelemente werden in einer Vielzahl technischer Anwendungsbereiche betrieben. Im Bereich der Kraftfahrzeugtechnik werden derartige Ventile beispielsweise zur Regelung der Fahrgeschwindigkeit (vergleiche DE 43 41 585 A1 = US-Patent 5 854 989), zur Steuerung bzw. der Regelung des Bremsdrucks (vergleiche z. B. DE 198 48 960 A1) oder auch zur Steuerung eines Verbrennungsmotors eingesetzt. Solche Stellelemente können mit einer Hysterese behaftet sein, die zumindest bei einigen Exemplaren sehr groß sein kann. In diesem Fall ändert sich bei einer Änderung der Ansteuergröße, insbesondere des Ansteuerstroms, die zu steuernde bzw. zu regelnde Größe nur dann, wenn sich die Ansteuergröße relativ stark ändert. Nur auf diese Weise ist die Hysterese zu überwinden. Bei kleineren Änderungen der Ansteuergröße folgt keine Änderung der zu steuernden bzw. zu regelnden Größe. Infolge der Hysterese kann es zu ungewollten Schwingungen des zu steuernden bzw. zu regelnden Größe

25

30

35

als auch in der Ansteuerung selbst kommen. Besonders unange-
nehm sind derartige Schwingungen, wenn das Stellelement in
Verbindung mit einem Fahrgeschwindigkeitsregler oder einer
Radbremse (Bremsanlage) eingesetzt wird. In diesem Fall kann
es infolge der Hysterese während des Regelvorgangs zu
Schwingungen in der Fahrzeuggeschwindigkeit bzw. dem
10 Bremsdruck, der Bremskraft oder des Bremsmoments an den Rad-
bremsen kommen, die für den Fahrer des Fahrzeugs äußerst un-
angenehm spürbar sind. Beispiele für solche hysteresebehaf-
tete Stellelemente sind Ventile, die als Proportionalventil
ausgebildet sind oder mittels einer speziellen Ansteuerung
proportionalisierend betrieben werden.

Vorteile der Erfundung

Durch die nachfolgend beschriebene Beeinflussung der Ansteuergröße für das Stellelement (Ventil) wird die Problematik der Hysterese weitgehend behoben und die Gefahr von Schwin-
gungen in der Ansteuerung und/oder in der zu regelnden bzw.
zu steuernden Größe weitgehend beseitigt.

Besonders vorteilhaft ist, dass dieser Erfolg unabhängig von der Größe der Hysterese eintritt, wobei sich bei Stellelementenexemplaren mit kleiner Hysterese keine nachteiligen Wirkungen zeigen.

Durch die nachfolgend dargestellte Vorgehensweise wird die Ansteuergröße abhängig von deren Dynamik um einen bestimmten Offsetwert verändert. Dies hat die vorteilhafte Wirkung,
30 dass die Hysterese schneller durchlaufen wird und die vom Stellelement beeinflusste Größe dem Vorgabewert wesentlich schneller folgt. Die Abhängigkeit der Ansteuergröße von ihrer Dynamik bei Stellelementen mit kleiner Hysterese wird derart modifiziert, dass keine Unruhe der Regelung bzw.
35 Steuerung erfolgt, wobei wirkungsvoll vermieden wird, dass

jede Veränderung der Ansteuergröße durch den Offsetwert eine Beeinflussung der zu steuernden bzw. zu regelnden Größe nach sich zieht.

5 Besonders vorteilhaft ist, dass die Korrektur der Ansteuergröße adaptiv erfolgt, so dass Exemplarstreuungen bei den Stellelementen hinsichtlich ihrer Hysterese unberücksichtigt bleiben können und sich die Ansteuerung selbsttätig an die Hysterese des eingesetzten Exemplars anpasst.

10 Weitere Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen bzw. aus den abhängigen Patentansprüchen.

15 Zeichnung

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen näher erläutert. Figur 1 zeigt dabei ein Übersichtsschaltbild einer Steuereinrichtung zur Steuerung eines hysteresebehafteten Stellelements im Rahmen einer Steuerung oder Regelung wenigstens einer Betriebsgröße. In den Figuren 2 und 3 ist die Veränderung des Ansteuergrößen abhängig von deren Dynamik und der Anpassung dieser Korrektur an das aktuell vorhandene Exemplar des Stellelements anhand von Flussdiagrammen dargestellt, die eine bevorzugte Ausführung dieser Vorgehensweise als Programm des Mikrocomputers der Steuereinrichtung skizzieren.

25 Beschreibung von Ausführungsbeispielen

30 Figur 1 zeigt eine Steuereinrichtung 10, die über eine Eingangsschaltung 12, wenigstens einen Mikrocomputer 14 und eine Ausgangsschaltung 16 verfügt. Diese Elemente sind über ein Kommunikationssystem 8 miteinander verbunden. Der Eingangsschaltung werden Eingangsleitungen 20 bis 24 zugeführt,

5 die von Messeinrichtungen 26 bis 30 Betriebsgrößen übertragen, die zur Durchführung der Steuerungs- bzw. Regelungsaufgaben der Steuereinheit 10 ausgewertet werden. Über wenigstens eine Ausgangsleitung 32 steuert die Steuereinheit 10 wenigstens ein hysteresebehaftetes Stellelement 34, vorzugsweise wenigstens ein Ventil oder eine Ventilanordnung, an.

10 Im Mikrocomputer 14 der Steuereinheit 10 sind Programme gespeichert, welche in Abhängigkeit der zugeführten Eingangsspeicherungswerten Ausgangsgrößen zur Erledigung wenigstens einer Steuerungs- oder Regelungsaufgabe erzeugen, mit deren Hilfe die 15 wenigstens ein Stellelement 34 betätigt wird. Wie im eingangs genannten Stand der Technik dargestellt führt der Mikrocomputer 14 beispielsweise eine Fahrgeschwindigkeitsregelung oder Begrenzung durch, wobei das Ausgangssignal in Abhängigkeit der Differenz zwischen einem vorgegebenen Sollwert oder Begrenzungswert und dem Fahrgeschwindigkeitswert gebildet wird. Bei einer Bremsensteuerung wird z.B. auf der Basis eines Fahrerbremswunschwertes, beispielsweise der Auslenkung des Bremspedals, wenigstens ein der Radbremse zugeordnetes Stellelement, vorzugsweise ein Ventil, derart betätigt, dass ein aus dem Bremswunsch abgeleiteter Bremsdruck, eine Bremskraft oder ein Bremsmoment sich an dieser Radbremse einstellt. Eine andere Ausführung in diesem Zusammenhang stellt die Steuerung wenigstens eines Ventil dar, durch welche ein Verstärkungsfaktor zwischen der Betätigungsgröße des Fahrers und der Bremskraft bereitgestellt wird, so dass der übliche Bremskraftverstärker eingesetzt oder unterstützt wird. 20 Während in einem ersten Ausführungsbeispiel bevorzugt ein Proportionalventil eingesetzt wird, werden in den anderen Ausführungsbeispielen vorzugsweise Ventile eingesetzt, die derart angesteuert werden, dass sie ein proportionales Verhalten aufweisen. D. h. sie werden auf vorgegebene Positionen außerhalb der vollständig geschlossenen oder vollständig geöffneten Position gesteuert. Weitere Anwendungsfälle, bei 25

denen hysteresebehaftete Stellelemente wie Ventile oder elektrische Motoren eingesetzt werden, sind z.B. Drehzahlregelsysteme, Lageregelungen in Verbindung mit einem Verbrennungsmotor, etc..

5 Um der eingangsgenannten Problematik der Schwingungsneigung zu begegnen, sind im Mikrocomputer 14 ferner Programme implementiert, welche eine Korrektur der Ansteuersignalgröße in Abhängigkeit von ihrer Dynamik vornehmen. Dadurch lassen sich die Auswirkungen auch großer Stellelementhysteresen auf die Regelqualität mindern, ohne dass Nachteile bei kleineren auftreten. Beispiele für derartige Programme sind in Figur 2 und 3 als Flussdiagramme skizziert.

10 15 Das in Figur 2 dargestellte Programm wird während des Betriebs in vorgegebenen Zeitintervallen durchlaufen. Nach Start wird im ersten Schritt 100 eine veränderliche Größe τ des Ansteuersignals (im folgenden Ansteuergröße genannt) für das Stellelement (im folgenden Ventil genannt) in Abhängigkeit von den der Steuerung bzw. Regelung zugrunde gelegten, gemessenen oder errechneten Betriebsgrößen gebildet. Die Ansteuergröße τ stellt dabei je nach Art des Ansteuersignals wenigstens einen veränderlichen Größe dar, beispielsweise ein Tastverhältnis, eine Amplitude, eine Frequenz, etc. Im nächsten Schritt 102 wird die zeitliche Änderung $d\tau/dt$ dieser Ansteuergröße τ bestimmt, vorzugsweise als zeitliche Ableitung oder als Differenz zweier Werte, die zu unterschiedlichen Abtastzeitpunkten mit festem zeitlichen Abstand erfasst wurden. Der Wert der zeitlichen Änderung wird als vorläufiger Offsetwert OFFVORL gesetzt. Im darauffolgenden Schritt 104 wird der maximale Offsetwert OFFMAX eingelesen, der nach Maßgabe des in Figur 3 dargestellten Programms ermittelt wird. Im darauffolgenden Schritt 106 wird dann der Offsetwert OFF auf den kleineren dieser Werte (vorläufiger oder maximaler Offsetwert) gesetzt und im Schritt 108 der

20 25 30 35

Ansteuergröße τ aufgeschaltet (z.B. addiert). Dann wird ein Ansteuersignal mit der korrigierten Ansteuergröße τ zur Ansteuerung des Ventils ausgegeben. Danach wird das Programm beendet und im nächsten Zeitintervall mit Schritt 100 erneut durchlaufen.

5

Mit anderen Worten wird aus der zeitlichen Änderung der Ansteuergröße, d.h. ihrer Dynamik, ein vorläufiger Offsetwert für die Ansteuergröße gebildet. Dieser vorläufige Offsetwert wird auf einen vorzugsweise variablen Maximalwert begrenzt. 10 Die als Ansteuersignal ausgegebene Ansteuergröße wird dann durch Korrektur der berechneten Ansteuergröße mit dem gegebenenfalls begrenzten Offsetwert ermittelt.

15 Durch diese Maßnahme wird die Auswirkung der Hysterese des Stellelements auf das Regel- bzw. Steuerverhalten zumindest bei großen Hysteresen wirksam verringert oder beseitigt. Bei einem Ventil mit kleiner Hysterese hat es sich jedoch in einigen Anwendungsfällen gezeigt, dass durch den Offsetwert sich eine Verschlechterung des Regel- bzw. Steuerverhaltens einstellen kann. Da aber die Bildung des Ansteuersignals unabhängig von Exemplarstreuungen erfolgen soll, wird in diesen Anwendungsfällen der Begrenzungswert OFFMAX adaptiv an das jeweilige Ventil angepasst. Eine bevorzugte Ausführung ist im Flussdiagramm der Figur 3 dargestellt.

20

25

30

35

Ausgangspunkt dieser Lösung ist, dass bei einem Ventil mit großer Hysterese die Ansteuergröße für das Ventil und damit entsprechend auch der vorläufige Offsetwert in der Regel mit einer bestimmten Frequenz schwingt. Der vorläufige Offsetwert zeigt also Nulldurchgänge. Ein solches Verhalten tritt bei einem Ventil mit kleinerer Hysterese nicht immer auf. Auch dort ist die Ansteuergröße nicht konstant, die Änderungen können bei einem derartigen Ventil jedoch im Vergleich zu denen bei größerer Hysterese langsam sein. Infolge dieser

langsamen Änderungen weist der vorläufige Offsetwert kleinere Werte auf. Aber auch hier treten viele Nulldurchgänge auf. Somit wird, wie nachfolgend dargestellt, die Zeit zwischen zwei Nulldurchgängen des vorläufigen Offsetwertes ermittelt. Bei jedem Nulldurchgang wird ein Summenzähler zurückgesetzt, der ansonsten mit jedem Programmzyklus um den Betrag des aktuellen Wertes des vorläufigen Offsetwertes erhöht wird. Bei Erreichen des nächsten Nulldurchganges wird der dann erreichte Zählerstand und die Zeit zwischen den beiden Nulldurchgängen des vorläufigen Offsetwertes verwendet, um zu entscheiden, ob der maximale Offsetwert konstant gehalten oder verändert, insbesondere reduziert, z.B. halbiert oder geviertelt werden soll. Erreicht der Summenzähler innerhalb einer vorgegebenen Zeitspanne eine erste Schwelle, so wird im bevorzugten Ausführungsbeispiel der maximale Offsetwert in einem ersten Ausmaß reduziert, vorzugsweise halbiert. Wird innerhalb dieser Zeit ein zweiter, größerer Schwellenwert überschritten und liegt der maximale Offsetwert oberhalb eines Grenzwertes, wird der maximale Offsetwert in einem zweiten, größeren Ausmaß reduziert, z.B. geviertelt. Um eine adaptive Anpassung des maximalen Offsetwertes an das Ventilverhalten zu erreichen, wird in vorbestimmten Abständen (z.B. in jedem vierten Programmdurchlauf) der maximale Offsetwert um einen bestimmten Wert erhöht.

Bei einem Ventil mit großem Hysterese ist die Zeit zwischen zwei Nulldurchgängen größer als die vorgegebene Zeit, so dass keine Reduzierung des maximalen Offsetwertes stattfindet. Durch die kontinuierliche Erhöhung des maximalen Offsetwertes wird ein im Vergleich zu Ventilen mit kleinerer Hysterese großer Offsetwert auf das Ansteuersignal addiert, was zu einer Überwindung der Ventilhysterese und zu einem schnelleren Nachfolgen der vom Ventil beeinflussten Größe, beispielsweise des Bremsdrucks oder der Fahrgeschwindigkeit, führt. Die Schwingungen werden demnach abgebaut. Wird das

Ansteuersignal infolge eines zu großen Offsetwertes unruhig,
dann ist die Zeitspanne zwischen zwei Nulldurchgängen des
vorläufigen Offsetwertes unter den vorgegebenen Wert. Ist
das Ergebnis des Summenzählers dann größer als einer der an-
gegebenen Schwellenwerte, wird der maximale Offsetwert redu-
ziert und so die Tendenz zur Unruhe verhindert.

Bei einem Ventil mit kleinerer Hysterese wird diese Unruhe-
tendenz infolge der kontinuierlichen Erhöhung des Offsetwer-
tes erzeugt. Da durch die Unruhe die Zeitspanne zwischen
zwei Nulldurchgängen absinkt und kleiner als die vorgegebene
Maximalzeit wird, gleichzeitig das Ergebnis des Summenzäh-
lers größer als der erste Schwellenwert ist, führt dies zur
Reduzierung der Unruhetendenz zu einer Reduzierung des maxi-
malen Offsetwertes. Die angegebenen Grenzwerte werden in
Fahrversuchen ermittelt.

Die Anpassung des maximalen Offsetwertes in der oben be-
schriebenen Art und Weise wird durch ein im Mikrocomputer 14
implementiertes Programm bewerkstelligt, welches als Fluss-
diagramm in Figur 3 skizziert ist. Das Programm ist dabei in
Speichermedien im Mikrocomputer oder außerhalb davon ge-
speichert. Auch dieses Programm wird in vorgegebenen Zeitin-
tervallen während des Betriebs durchlaufen.

Zunächst wird im ersten Schritt 200 der gebildete vorläufige
Offsetwert OFFVORL und der aktuelle Maximalwert OFFMAX ein-
gelesen. Letzterer wird in vorgegebenen Zeitabständen, bei-
spielsweise bei jedem vierten Programmdurchlauf um einen be-
stimmten Wert Δ erhöht. Im darauffolgenden Schritt 202 wird
überprüft, ob der vorläufige Offsetwert kleiner als 0 ist.
Ist dies der Fall, wird eine erste Marke FLAG1 auf den Wert
1 gesetzt (Schritt 204). Daraufhin wird im Schritt 206 über-
prüft, ob eine zweite Marke, die gesetzt wird, wenn der vor-
läufige Offsetwert größer als 0 ist, auf den Wert 1 gesetzt

ist. Ist dies nicht der Fall, so ist das ein Hinweis darauf, dass kein Nulldurchgang stattgefunden hat. Ist die zweite Marke auf den Wert 1 gesetzt, so ist dies ein Hinweis darauf, dass erstmalig ein Überschreiten des Nullwertes durch den vorläufigen Offsetwert erkannt würde, somit ein Nulldurchgang vorliegt. Deswegen wird in diesem Fall im Schritt 208 die zweite Marke auf den Wert 0 gesetzt und im darauf folgenden Schritt 210 der Summenzähler Z auf den Wert 0 und der Zeitzähler T gestartet.

Entsprechend wird vorgegangen, wenn im Schritt 202 erkannt wurde, dass der vorläufige Offsetwert nicht kleiner als 0 ist. In diesem Fall wird im Schritt 212 überprüft, ob der vorläufige Offsetwert größer als 0 ist. Ist dies der Fall, so wird im Schritt 214 die zweite Marke auf den Wert 1 gesetzt und im darauffolgenden Schritt 216 überprüft, ob die erste Marke den Wert 1 aufweist. Ist dies nicht der Fall, so ist dies ein Hinweis auf einen fehlenden Nulldurchgang, während bei positiver Antwort im Schritt 216 von einem Nulldurchgang von positiven auf negative Werte ausgegangen wird. Deswegen wird in diesem Fall im Schritt 218 die erste Marke auf den Wert 0 gesetzt und im darauffolgenden Schritt 220 der Summenzähler Z auf 0 gesetzt und der Zeitzähler T gestartet.

Somit wird bei jedem erkannten Nulldurchgang des vorläufigen Offsetwertes der Summenzähler zurückgesetzt und ein Zeitzähler gestartet. Nach den Schritten 210 und 220 bzw. im Falle einer Nein-Antwort in den Schritten 206, 212 und 216 wird im Schritt 222 der Wert des Summenzählers Z um den vorläufigen Offsetwert OFFVORL erhöht. Dies geschieht im bevorzugten Ausführungsbeispiel durch eine Addition. Ferner wird in diesem Schritt der Zeitzählerstand erhöht. Im darauffolgenden Schritt 224 wird überprüft, ob der Zeitzählerstand T kleiner als oder gleich einem Maximalwert TMAX ist. D. h. es wird

überprüft, ob eine vorgegebene Zeit TMAX zwischen zwei Null-
durchgängen überschritten ist oder nicht. Ist die Zeit T
größer als TMAX, findet keine Veränderung im maximalen
Offsetwert statt. Ist sie kleiner als die vorgegebene Zeit,
5 so wird gemäß Schritt 226 überprüft, ob der Summenzähler-
stand Z einen Schwellenwert Z2 überschreitet. Ist dies der
Fall, wird in einem Ausführungsbeispiel im in anderen Aus-
führungen nicht vorhandenen Schritt 232 überprüft, ob der
maximale Offsetwert einen Grenzwert OFF0 überschreitet. Ist
10 dies auch der Fall, so wird gemäß Schritt 228 der maximale
Offsetwert OFFMAX in einem vorbestimmten Maße reduziert,
beispielsweise geviertelt. Ist der Zählerstand nicht größer
als der Schwellenwert Z2, so wird im Schritt 230 überprüft,
15 ob er größer als ein kleinerer Schwellenwert Z1 ist. Ist
dies der Fall, so wird gemäß Schritt 234 der maximale
Offsetwert nach Maßgabe eines zweiten, kleineren Maßes redu-
ziert, beispielsweise halbiert.

Mit anderen Worten wird, wenn eine vorgegebene Maximalzeit
20 zwischen zwei Nulldurchgängen nicht überschritten wird, ab-
hängig vom Summenzählerstand eine langsamere oder schnellere
Reduktion des maximalen Offsets vorgenommen, sofern dieser
Summenzählerstand vorbestimmte Schwellenwerte überschreitet.

Nach den Schritten 228 und 234 sowie im Falle von Nein-
25 Antworten in den Schritten 224, 230 und 232 wird das Pro-
gramm beendet und zum nächsten Zeitintervall erneut durch-
laufen.

11.08.00 Bee/Pv/Dö

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Ansprüche

- 10 1. Verfahren zur Ansteuerung eines mit einer Hysterese behafteten Stellelements, welches durch ein Ansteuersignal mit einer veränderlichen Ansteuergröße angesteuert wird, dadurch gekennzeichnet, dass eine Korrektur dieser Ansteuergröße abhängig von der zeitlichen Änderung dieser Ansteuergröße erfolgt.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Korrektur mittels eines Offsetwertes erfolgt, welcher auf der Basis der zeitlichen Änderung der Ansteuersignalgröße gebildet wird.
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Offsetwert auf einen Maximalwert begrenzt wird.
- 25 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der maximale Offsetwert variabel ist und abhängig von den Nulldurchgängen des Offsetwertes verändert wird.
- 30 5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass eine Reduzierung des maximalen Offsetwertes stattfindet, wenn innerhalb einer vorgegebenen Zeit zwischen zwei Nulldurchgängen ein Zählerstand einen vorbestimmten Schwellenwert überschreitet.

35

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Zählerstand aus dem Offsetwert gebildet wird.

5 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine schnellere Reduktion des maximalen Offsetwertes stattfindet, wenn ein zweiter, höherer Schwellenwert überschritten wird.

10 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Offsetwert dem Wert der zeitlichen Änderung der Ansteuergröße entspricht.

15 9. Vorrichtung zur Ansteuerung eines mit einer Hysterese behafteten Stellelements, mit einer Steuereinrichtung, welche wenigstens einen Mikrocomputer umfasst, der nach Maßgabe von von ihm ausgeführten Programmen ein Ansteuersignal mit variabler Ansteuergröße zur Ansteuerung des Stellelements bildet, dadurch gekennzeichnet, dass der Mikrocomputer wenigstens ein Programm umfasst, welches eine Korrektur der Ansteuergröße in Abhängigkeit von ihrer zeitlichen Änderung vornimmt.

20 10. Speichermedium, in welchem ein Computerprogramm abgespeichert ist zur Durchführung wenigstens einer der Verfahren der Ansprüche 1 bis 8.

11.08.00 Bee/Pv/DÖ

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Verfahren und Vorrichtung zur Ansteuerung eines mit einer
Hysterese behafteten Stellelements

Zusammenfassung

15

Es werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Ansteuerung eines mit einer Hysterese behafteten Stellelements vorgeschlagen. Die Ansteuergröße für das Stellelement wird dabei in Abhängigkeit von der zeitlichen Änderung der Ansteuergröße um einen Korrekturwert korrigiert, wobei dieser auf einen variablen Wert begrenzt wird.

20

1/3

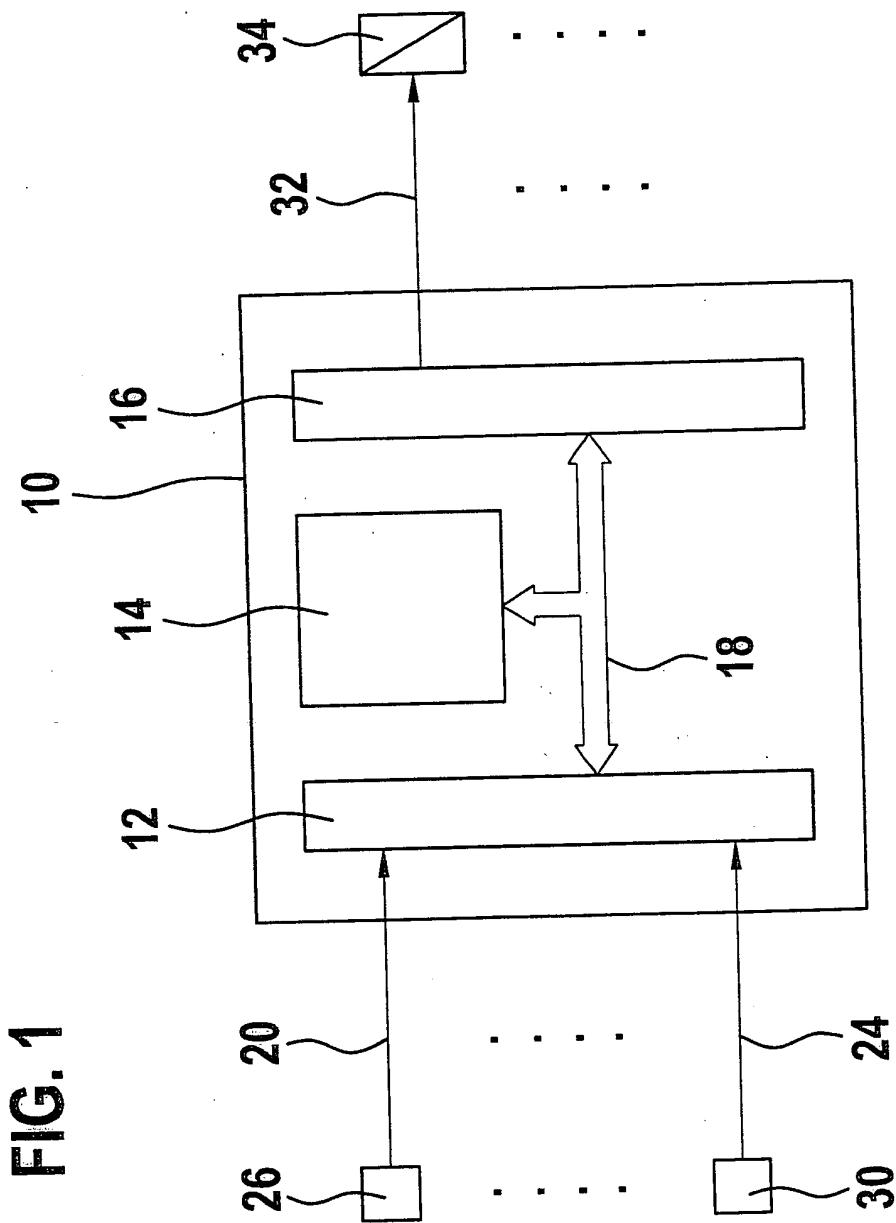


FIG. 1

2/3

FIG. 2

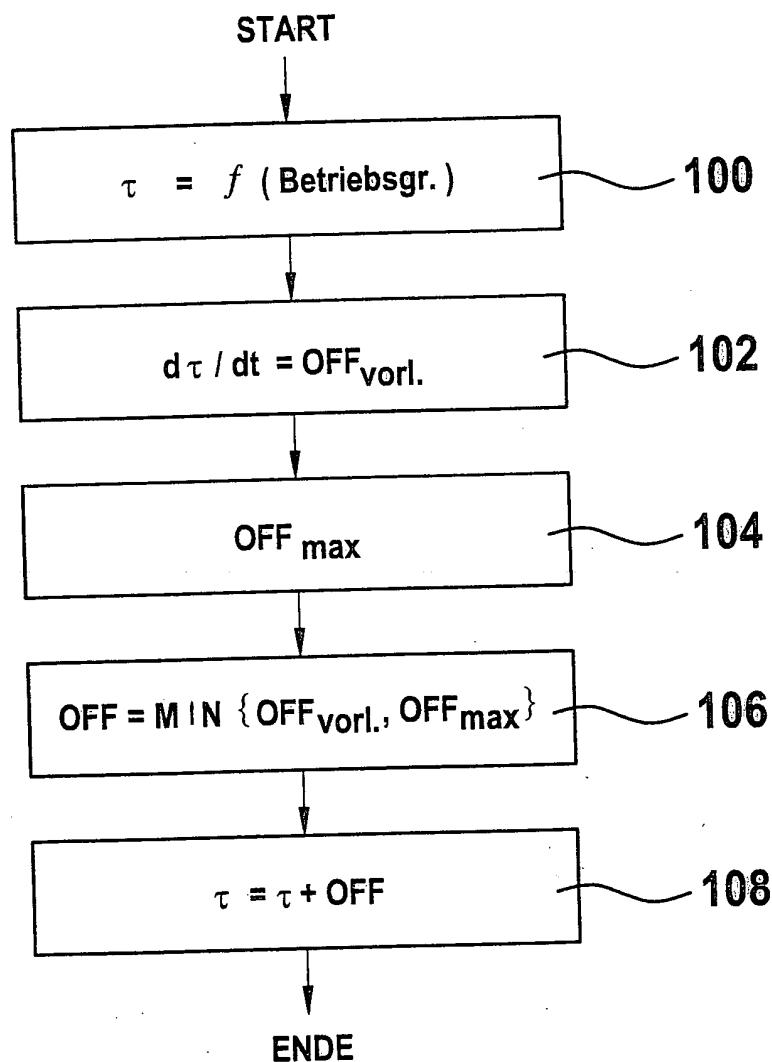


FIG. 3

